



**Centro Universitário de Brasília  
Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento - ICPD**

**DANIELE DE CÁSSIA GONDEK**

**CIDADES SUSTENTÁVEIS:  
SOLUÇÕES URBANAS SUSTENTÁVEIS E OS CASOS DE MASDAR E SONGDO**

Brasília  
2015

**DANIELE DE CÁSSIA GONDEK**

**CIDADES SUSTENTÁVEIS:**  
**SOLUÇÕES URBANAS SUSTENTÁVEIS E OS CASOS DE MASDAR E SONGDO**

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD) como pré-requisito para obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Geraldine Júnior

Brasília  
2015

**DANIELE DE CÁSSIA GONDEK**

**CIDADES SUSTENTÁVEIS:**  
**SOLUÇÕES URBANAS SUSTENTÁVEIS E OS CASOS DE MASDAR E SONGDO**

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD) como pré-requisito para a obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Geraldine Júnior

Brasília, 24 de abril de 2015.

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Luiz Carlos Bhering Nasser

Prof. Dr. Gilson Ciarallo

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço:

- Aos meus pais e minhas irmãs, pela força e compreensão;
- Ao Professor Doutor José Roberto Geraldine Junior, por suas importantes contribuições;
- Ao professor e coordenador do curso de Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, Luiz Carlos Bhering Nasser, por sua disposição em ajudar e cordial compreensão;
- A todos os professores do curso de Análise Ambiental e Desenvolvimento, por todas as contribuições da formação, em especial ao professor Gilson Ciarallo pelas elucidações a respeito da normatização de trabalhos acadêmicos;
- Aos colegas do curso de Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, por desenvolver uma equipe interessada em sala de aula e assim proporcionar o crescimento intelectual de todos.

## RESUMO

Essa pesquisa busca informar sobre a relevância das cidades sustentáveis para o mundo e elucidar os profissionais que trabalham com o desenvolvimento urbano, estudantes e a população em geral sobre o que é e como funciona uma cidade sustentável, apresentando seus componentes de forma generalista. Propõe relatar o surgimento e a evolução da cidade ao longo do tempo e mostra as possibilidades que seu futuro pode apresentar. Expõe os conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, mostrando suas dimensões e principais acontecimentos relacionados. Esclarece as diretrizes de planejamento urbano a serem seguidas para alcançar o objetivo de criar uma cidade sustentável do zero, mas que também podem ser aplicadas em áreas urbanas já consolidadas. Apresenta dois exemplos reais de cidades sustentáveis em fase de implantação no continente asiático e esclarece que não há um modelo a ser seguido devido à variedade de condicionantes que envolvem o tema. O trabalho foi desenvolvido em quatro capítulos e foi utilizada bibliografia relacionada ao tema.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Cidade compacta. Mobilidade urbana. Qualidade de vida. Desenvolvimento sustentável.

## **ABSTRACT**

This research aims to elucidate the importance of sustainable cities to the world and to inform professionals working with urban development, students and the general public about what sustainable cities are and how they work, describing, in general lines, their main components. It explains the emergence and the evolution of cities over time and explores the possibilities for their future. It defines the concepts of sustainability and sustainable development, highlighting their dimensions and major related events. It sheds light on the urban planning guidelines to be followed in order to achieve the goal of building a sustainable city from scratch, but that can also be applied in already consolidated urban areas. It presents two real life examples of sustainable cities under development in Asia and clarifies that there is no model to be followed due to the variety of conditions involving the theme. The study was conducted in four chapters and literature related to the topic was utilized.

**Key words:** Sustainability. Compact city. Urban mobility. Quality of life. Sustainable development.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	07
<b>1 A CIDADE E A SUSTENTABILIDADE</b>	08
1.1 Breve histórico das cidades	08
1.2 Sustentabilidade – Breve histórico e conceito	11
<b>2 CIDADES SUSTENTÁVEIS</b>	15
2.1 O que são cidades sustentáveis	15
2.2 Motivos para serem criadas	16
<b>3 PLANEJAMENTO E PROJETO INICIAL E OS TEMAS A SEREM CONSIDERADOS NA CIDADE SUSTENTÁVEL</b>	20
3.1 Planejamento e projeto inicial	20
3.1.1 A escolha do terreno	20
3.1.2 Projeto urbano	21
3.2 Temas a serem considerados na cidade sustentável	24
3.2.1 Patrimônio	24
3.2.2 Biodiversidade	25
3.2.3 Mobilidade urbana e transporte	28
3.2.4 Gestão de energia	34
3.2.5 Gestão de água	35
3.2.6 Gestão de resíduos	36
3.2.7 Materiais sustentáveis	38
3.2.8 Qualidade de vida, união da sociedade e diversidade econômica	39
3.2.9 Edifícios sustentáveis	40
<b>4 SELEÇÃO DE CASOS</b>	43
4.1 Masdar City	43
4.2 Songdo	48
<b>CONCLUSÃO</b>	51
<b>REFERÊNCIAS</b>	53

## INTRODUÇÃO

A consciência das transformações sofridas pelo planeta ao longo dos anos e o conhecimento mundial dos riscos de escassez dos recursos naturais, têm provocado mudanças na forma do ser humano viver e se desenvolver. Observam-se grandes mudanças nas cidades do mundo todo, são alterações econômicas, sociais e ambientais importantes que irão impactar na vida das gerações futuras.

O trabalho tem como objetivo informar sobre a importância das cidades sustentáveis para o mundo e elucidar os profissionais que trabalham com o desenvolvimento urbano, estudantes e a população em geral sobre o que é e como funciona uma cidade sustentável, de forma generalista. Seguindo essa premissa, os propósitos do presente estudo são: mostrar a evolução da cidade ao longo do tempo, esclarecer o que é uma cidade sustentável, qual a sua importância e os motivos de serem criadas, além de elencar seus componentes e apresentar exemplos reais em fase de implantação.

Para alcançar o objetivo mencionado foram coletadas informações substanciais sobre o tema do trabalho em bibliografia a ele relacionada. Tais informações foram estruturadas buscando esclarecer como a sustentabilidade pode ser aplicada nas cidades. Além da pesquisa bibliográfica, foram selecionados dois casos para exame mais detido: Masdar e Songdo, duas cidades sustentáveis que estão sendo construídas do zero no continente asiático, escolhidas por serem verdadeiras oficinas de sustentabilidade.

A pesquisa foi estruturada em quatro capítulos. O primeiro capítulo, faz um breve histórico sobre a cidade, explicando seu surgimento e evolução, em seguida, apresenta os conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, suas dimensões e principais acontecimentos relacionados. O segundo capítulo esclarece o que é cidade sustentável e quais são os motivos da sua existência. O terceiro capítulo apresentar os principais componentes de uma cidade com foco no desenvolvimento sustentável. O quarto capítulo apresenta duas cidades projetadas com base nos conceitos de sustentabilidade.



## **1 A CIDADE E A SUSTENTABILIDADE**

O presente capítulo objetiva introduzir o estudo das cidades e sua relação com a sustentabilidade. Primeiramente, delineia um breve histórico do surgimento desta forma de organização e fixação humana no território denominada cidade, explicando seu surgimento e evolução. Em seguida, trata da sustentabilidade, apresentando seu conceito atual e suas dimensões, e enumerando os principais acontecimentos históricos relacionados com uma perspectiva de sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável.

### **1.1 Breve histórico das cidades**

Os nossos ancestrais viviam em uma época de abundância de recursos naturais e sua sobrevivência dependia exclusivamente do meio ambiente. Desde o início da sua existência o homem aprendeu a usufruir do que a natureza oferece. A utilização desmedida desses recursos ocasionou sua escassez em determinados lugares, o que levou muitas sociedades primitivas que ali residiam ao desaparecimento. Atualmente, em escala muito maior, presenciamos várias consequências da degradação do meio ambiente, como por exemplo a destruição das florestas tropicais, a extinção de espécies e as mudanças climáticas.

Torna-se, assim, essencial entender como se deu o surgimento das cidades para que possamos compreender as possibilidades que seu futuro pode apresentar. Benevolo (2011) relata que o aparecimento do homem na terra remonta a 500.000 anos e que, durante um longo tempo, sua relação com o ambiente natural foi de coletor de alimentos, atividade essa que realizava sem causar modificações profundas e permanentes. Na fase seguinte, há cerca de 10.000, o homem aprendeu a produzir seu alimento através do cultivo de plantas e da criação de animais, o que resultou na organização da sociedade em aldeias - pequenos estabelecimentos estáveis localizados nas proximidades dos locais de trabalho. Há aproximadamente 5.000, algumas aldeias se transformaram em virtude do surgimento de profissionais que atuavam em determinadas atividades especializadas, como artesãos, mercadores, guerreiros e sacerdotes. Uma vez que não produziam o alimento necessário para sua subsistência, esses especialistas

forçaram os produtores de alimentos a produzirem um excedente utilizado para seu abastecimento. Esses núcleos estabelecidos tornaram-se mais complexos, e se transformaram em cidades que passam a controlar o campo. Cumpre salientar que todos os acontecimentos históricos que se sucedem a esse passam a depender da quantidade e da distribuição desse excedente.

O autor recorda que historiadores diferenciaram a idade do Bronze da idade do Ferro, que se inicia por volta de 1200 a.C. Na primeira os metais utilizados na fabricação de utensílios e armas são raros e custosos e, por essa razão o excedente disponível é absorvido por uma classe dominante bem delimitada. O crescimento limitado dessa classe dominante também determina as limitações do crescimento dos habitantes e da produção. A idade do Ferro, por sua vez, é marcada pelo desenvolvimento da escrita alfabética e pela disseminação de um instrumental metálico mais econômico e da moeda cunhada. Esses fatores fazem com que a classe dominante se amplie o que, conseqüentemente, ocasiona o crescimento populacional. Um exemplo desse tipo de organização mencionado pelo autor é a civilização greco-romana – uma grande área econômica unitária na Bacia Mediterrânea que, escravizando e empobrecendo os produtores diretos, marchou para uma crise econômica à partir do século IV d.C.

O passo seguinte, segundo Benevolo (2011), foi o desenvolvimento das civilizações feudal e burguesa, que serviram de preparação para uma nova transição histórica: a civilização industrial, caracterizada pelo desenvolvimento de uma forma de produção pautada em métodos científicos. A produção industrial possibilitou a fabricação de um excedente crescente e ilimitado, que passou a ser difundido para a maioria da população, não estando direcionado essencialmente a uma minoria dominante. Esse excedente aumenta sem enfrentar limitações econômicas, podendo alcançar atingir ou transpor os limites de equilíbrio do ambiente natural.

Nas palavras do próprio Benevolo (2011, p. 10):

Nesta situação nova, como iremos ver, a cidade (sede das classes dominantes) ainda se contrapõe ao campo (sede das classes subalternas), mas este dualismo não mais é inevitável e pode ser superado. Desta possibilidade nasce a ideia de um novo estabelecimento, completo em si mesmo, como a cidade antiga (chamada, portanto, com o mesmo nome), mas estendido a todo território habitado: a cidade moderna.

Para compreender a situação que vivemos hoje, Menegat e Almeida (2004), por sua vez, apresentam três eras culturais fundamentais que se conectam por intervalos de aprendizagem e servem para justificar a atual economia e o novo olhar sobre a natureza. São as seguintes:

- A “Era da Cultura Tribal”, no período de 50.000 a 10.000 anos atrás, quando não havia hierarquia e a economia era baseada na caça e coleta de alimentos, na qual a natureza era tida como mãe;
- A “Era da Cultura Agrária”, no período de 5.000 a 500 anos atrás, quando a hierarquia era determinada pela idade e a economia era baseada na agricultura e na guerra, na qual a natureza era uma expressão mítica (Gaia);
- A “Era Tecnológica”, no período de 500 anos atrás até hoje, quando a hierarquia é determinada pelo poder e pelo dinheiro e a economia se baseia no trabalho produtivo, na qual a natureza é algo a ser conquistado;

Os autores explicam que entre a “Era da Cultura Tribal” e a “Era da Cultura Agrária”, baseada no aumento da população e na diminuição dos recursos, houve a transição de uma cultura sustentável e bem sucedida para um período no qual se desenvolveram técnicas de cultivo agrícola, o que conhecemos como Revolução Agrícola. Já entre a “Era da Cultura Agrária” e a “Era Tecnológica”, relatam os autores que, com a produção agrícola como atividade única e motivo para fixar a população em um lugar e valorizar a terra, surgiram demandas por novos ofícios que atendessem outras necessidades, além de novas questões a serem resolvidas, como saúde e clima. Essa fase teve sucesso até o aumento excessivo da população, a escassez de terra e energia. Nesse momento teve início a Revolução Industrial, quando foram produzidas máquinas e tecnologias que substituíram o homem, aumentaram a produção e criaram mercados de consumo, tendo como maior consequência o aumento dos centros urbanos e suas necessidades.

Segundo Huberman (1959), na Revolução Industrial o crescimento da população, as revoluções no transporte, na agricultura e na indústria eram forças correlacionadas abrindo um novo mundo. Com o aumento das cidades, ocorreu a perda de terras, de recursos e de combustíveis. “O que ficou ameaçado pela era tecnológica foi a capacidade do meio ambiente absorver os impactos resultantes

desta nova modalidade de existência” (MENEGAT; ALMEIDA, 2004). Segundo Keeler e Burke (2010), durante a Revolução Industrial “a natureza propriamente dita foi transformada em objeto e passou a ser vista como um produto agrícola e econômico”, a terra somente passou a ser vista como economia do meio ambiente e dos recursos naturais no início do século XX.

Ademais, o fenômeno da mobilidade populacional vem apresentando transformações significativas nos territórios ocupados desde as últimas décadas do Século XX. A progressiva migração dos residentes rurais para as cidades e o acentuado crescimento de habitantes em amplos espaços urbanizados são responsáveis pelas pressões que geram a constante necessidade de expansão do processo de urbanização. Segundo dados do IBGE (2010), 84,35% da população do país viviam em áreas urbanas no ano de 2010, o que significa que quase todos os brasileiros habitam esses centros. À medida que a população aumenta, cresce o consumo de água, de energia elétrica, a produção de resíduos, as atividades da construção civil, entre outros, o que consequentemente gera grandes impactos no meio ambiente.

Para Menegat e Almeida (2004), a humanidade enfrenta agora a necessidade de escolher mudar a maneira de perceber a si mesmo e a relação com os outros e com a terra ou perecer. É necessário ocorrer uma mudança de paradigma, uma mudança de hábitos, uma nova forma de vida, o que Menegat e Almeida (2004) acreditam ser uma nova revolução que conduz a uma era de relações dinâmicas guiadas pela informação, a “Revolução Sustentável”.

## **1.2 Sustentabilidade – Breve histórico e conceito**

Segundo Boff (2012) a palavra sustentabilidade surgiu a partir da preocupação com o uso racional das florestas na Alemanha, em 1560, para que elas pudessem se regenerar e se tornar permanentes. O termo se transformou em conceito estratégico em 1713, também na Alemanha, quando se percebeu que a utilização da madeira aumentava drasticamente para atender novas frentes de progresso, tema a ser tratado com cuidado para não escassear e cessar os lucros, estando também em voga ao serem tratados temas ligados à silvicultura (manejo das florestas). Keeler e Burke (2010) relatam que manifestações populares em

defesa da conservação do meio ambiente ocorrem desde meados de 1730, com grandes esforços na Índia e posteriormente em outros países.

Ainda segundo Keeler e Burke (2010), a Roma e a China foram as primeiras a aprovar leis antipoluição e, simultaneamente, o Peru e a Índia tomavam ciência da necessidade de preservar o solo. O Reino Unido criou em 1963 uma agência controladora de poluição por emissão de gases.

Dias (2006) enumera os principais acontecimentos históricos relacionados com uma perspectiva de sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável, acontecimentos estes que colaboraram na construção do conceito atual de sustentabilidade e suas dimensões. Segundo o autor, até o ano de 1962, os problemas oriundos da relação do homem-meio ambiente eram ainda tratados de forma superficial. Neste ano foi publicado por Rachel Carson o livro “Primavera Silenciosa”, que, ao denunciar os perigos causados pelo pesticida DDT, repercutiu enormemente na mídia. Em 1968, foi criada uma organização informal denominada Clube de Roma, que tinha por objetivo a promoção de diversos componentes interdependentes que formam o sistema global. Ainda em 1968, relata a realização da Conferência da Unesco sobre conservação e o uso racional dos recursos da biosfera, em Paris. Nessa conferência se discutiram os alicerces para a criação do Programa Homem e a Biosfera (MAB), que objetiva a realização de pesquisas para a manutenção da biodiversidade e o aprimoramento das relações entre homem e meio ambiente. O programa foi criado em 1971 pela Unesco. Em 1972, o Clube de Roma publicou o livro “Os limites do crescimento”, que previa altos níveis de contaminação e a escassez desastrosa de recursos naturais se as tendências de degradação ambiental daquela época se mantivessem. No mesmo ano, foi realizada em Estocolmo, na Suécia, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, na qual se reuniram 113 Estados-membros da ONU no intuito de discutir os impactos da economia sobre o meio ambiente. Segundo Boff (2012), um dos resultados desta Conferência foi a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma), tendo o Clube de Roma como o ponto de partida.

Sobre o termo ecodesenvolvimento, precursor do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade que utilizamos hoje, leciona Bellen (2006, p. 21-22):

Em 1973 surge pela primeira vez o termo ecodesenvolvimento, colocado como alternativa da concepção clássica de desenvolvimento. Alguns dos aspectos para formulação desse novo modelo foram articulados por Ignacy Sachs. Eles abordavam prioritariamente a questão da educação, da participação, da preservação dos recursos naturais juntamente com a satisfação das necessidades básicas. O conceito de ecodesenvolvimento referia-se inicialmente a algumas regiões de países subdesenvolvidos e foi um grande avanço na percepção do problema ambiental global na medida em que se começa a verificar a interdependência entre desenvolvimento (ou seu modelo dominante) e meio ambiente.

Em 1983 a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), ou Comissão de Brundtland, é formada pela ONU, tendo como objetivo principal a elaboração de propostas passíveis de implementação através do exame das relações entre o desenvolvimento e o meio ambiente. Essa comissão emitiu, em 1987, o relatório “Nosso Futuro Comum”, no qual foi formalizado o termo desenvolvimento sustentável como *“aquele que atende as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem as suas necessidades e aspirações”* (ONU, 2014).

No Rio de Janeiro, em 1992, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio ambiente e Desenvolvimento, ou Cúpula da Terra – mais comumente chamada de Rio-92, que, segundo Dias (2006), constituiu um dos mais importantes encontros mundiais já realizados, contando com a participação de 170 países. Na ocasião, foram aprovados diversos documentos, dentre os quais a Agenda 21, que se definiu mais substancialmente um modelo de desenvolvimento sustentável. O autor enumera, ainda, como consequência do evento de 1992, a realização de outros dois encontros: o Rio+5, em 1997, em Nova Iorque, com o intuito de avaliar a implementação do Programa Agenda 21; e a Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável – ou Rio+10, em 2002, em Johannesburgo, com o objetivo de analisar se metas estabelecidas durante a Rio-92 foram alcançadas e para renovar o compromisso dos Estados participantes com os princípios do desenvolvimento sustentável.

Segundo Chiaravalloti e Pádua (2011) a partir da idealização de um mundo melhor e mais justo, onde a economia, o ambiente e o social seriam discutidos em conjunto, sem sobreposições e favorecimentos, o inglês John Elkington criou o conceito *The Triple Bottom Line*, ou “Tripé da Sustentabilidade”, mencionado pela primeira vez em 1997 em seu livro “Canibais com garfo e faca”, onde o autor analisa e integra as três dimensões: econômica, social e ambiental.

Todos esses acontecimentos foram essenciais na formulação do que entendemos nos dias de hoje por desenvolvimento sustentável e sustentabilidade. Sobre a definição do conceito, explica Dias (2006, p. 43):

O princípio, aparentemente simples, preconizado pelo desenvolvimento sustentável, popularizou-se de tal modo que hoje há um número incontável de interpretações dele, o que, no entanto, não desfaz sua importância, por trazer ao processo de desenvolvimento os limites de uso da natureza. E, embora haja várias interpretações desse conceito, todas elas procuram se pautar pelos princípios básicos enunciados pela comissão Brundtland em 1987, que preconiza que o desenvolvimento só deve ser realizado se atender às gerações atuais e futuras, ou seja, deve-se a todo custo utilizar os recursos, somente na exata medida em que não prejudique a sua mesma utilização pelas gerações futuras.

Sendo assim, Dias (2006) entende que a confirmação da sustentabilidade depende da avaliação das três dimensões do “Tripé da Sustentabilidade” (Figura 1). A análise da dimensão econômica consiste na verificação da efetiva viabilidade econômica do projeto ou empresa, ou seja, deve haver rentabilidade ou ausência de prejuízo econômico. Do ponto de vista social, deve haver satisfação de necessidades das pessoas e da sociedade. Já do ponto de vista ambiental, deve haver a preocupação com a eco-eficiência dos processos produtivos, adotando-se uma atitude de responsabilidade ambiental. O essencial no enfoque das três dimensões da sustentabilidade é a harmonia dinâmica, necessária e constante que deve haver entre elas, uma vez que o desequilíbrio entre as mesmas resulta na insustentabilidade do sistema que formam.

Figura 1 – Integração das dimensões do “Tripé da Sustentabilidade”



Fonte - (<http://www.ecologicconstrucoes.com.br/tijolo-ecologico/>)

Considerando o histórico apresentado, o trabalho passa a focar na aplicação da sustentabilidade no cenário urbano.

## **2 CIDADES SUSTENTÁVEIS**

O aumento das preocupações com o meio ambiente, as evidências dos recursos limitados da Terra e a conscientização crescente entre os elaboradores de políticas públicas e cidadãos em geral fez surgir o interesse no desenvolvimento de cidades sustentáveis e em novas maneiras de viver. Este capítulo busca esclarecer o que é cidade sustentável e o porquê da sua existência.

### **2.1 O que são cidades sustentáveis**

Embora projetos sustentáveis isolados possam ser positivos em termos de consumo e impacto ambiental, para um desenvolvimento sustentável completo é fundamental que haja integração entre as edificações da escala urbana e os projetos de planejamento municipais e regionais. Uma cidade sustentável “deve incorporar parâmetros de sustentabilidade no desenvolvimento público e privado” (LEITE, 2012, p. 132).

Segundo Keeler e Burke (2010) cidades sustentáveis são comunidades construídas utilizando seus próprios recursos naturais, que adotam em suas políticas a base do tripé da sustentabilidade e buscam atender às necessidades presentes de seus cidadãos sem comprometer as necessidades das gerações futuras, conforme o conceito de sustentabilidade descrito no relatório “Nosso Futuro Comum” da ONU.

Segundo Leite (2012), a cidade sustentável é um organismo dinâmico que atua sem desperdícios, balanceando os recursos essenciais para o seu funcionamento e os resíduos ali produzidos. Leite explica que este novo modelo de cidade deve ser uma ação conjunta entre sociedade civil organizada, setor corporativo e organismos públicos em busca de novas formas de atuação, gestão e crescimento, utilizando parâmetros advindos da cidade compacta (Figura 2).

Sobre cidade compacta, Leite (2012, p. 135) explica:

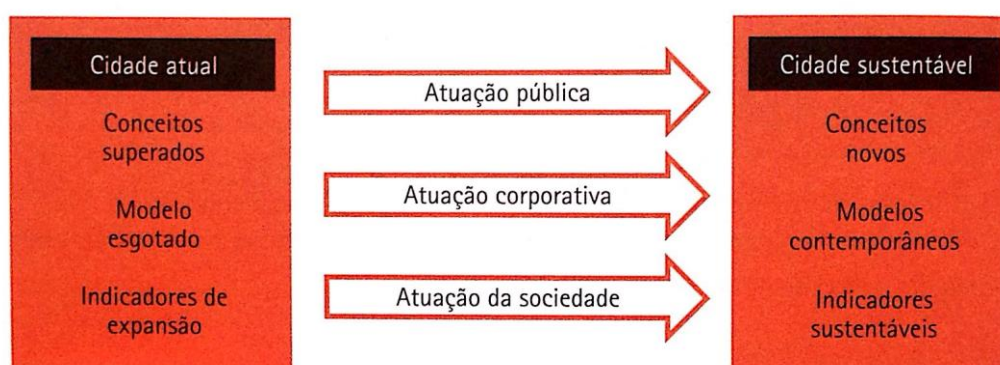
[...] modelo de desenvolvimento urbano que otimiza o uso das infraestruturas urbanas e promove maior sustentabilidade – eficiência energética, melhor uso das águas e redução da poluição, promoção de relativamente altas densidades de modo qualificado, com adequado e



planejado uso misto do solo, misturando as funções urbanas (habitação, comércio e serviços).

Para Leite (2012, p.136) as cidades compactas são inteligentes, através do uso misto do solo e da multicentralidade oferecem mais segurança, possibilidade de interação social e melhor senso de comunidade aos residentes e, através de um sistema de mobilidade urbana eficiente, oferecem transportes públicos funcionais, áreas adequadas para pedestres, ciclistas e automóveis sustentáveis, evitando assim a expansão desmedida e diminuindo as emissões de gases do efeito.

Figura 2 – comparativo de cidade atual e cidade sustentável



Fonte - Leite (2012, p. 138)

## 2.2 Motivos para serem criadas

A rede *Global Footprint Network*, uma organização sem fins lucrativos fundada em 2003, criou a ferramenta Pegada Ecológica que, segundo informações disponíveis no site da rede, relaciona os recursos naturais disponíveis na natureza com os recursos naturais consumidos pelos seres humanos e necessários para absorver os resíduos gerados por esse consumo. É uma espécie de contabilidade ecológica de produção e consumo, utilizada para se chegar a estratégias de gestão de recursos.

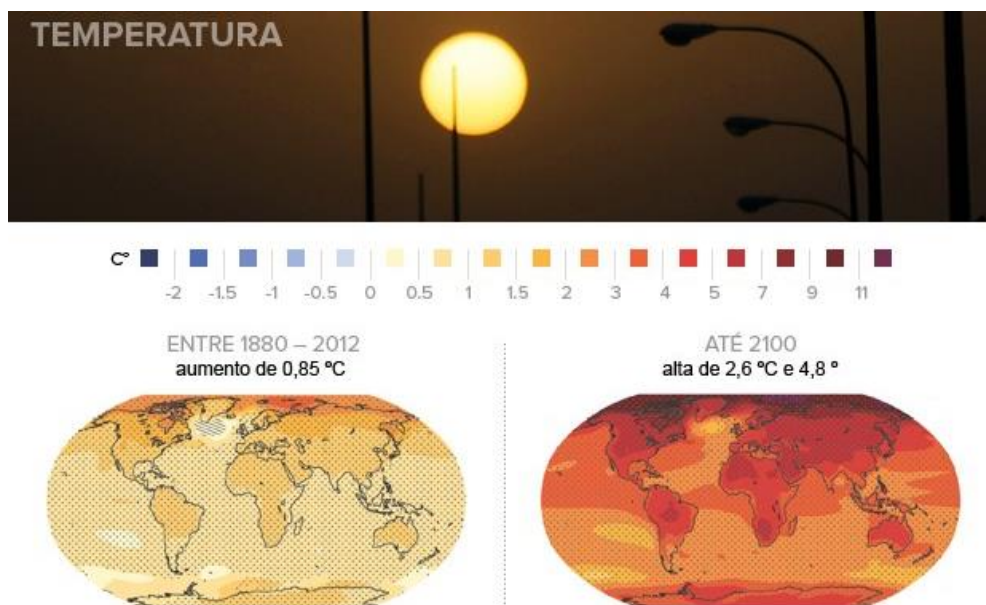
Segundo dados disponíveis no site *Global Footprint Network* (2014), a capacidade de carregamento ecológico do planeta foi ultrapassada em meados do final da década de 1980. Segundo os levantamentos feitos, ressalta-se que a Terra

dispende um ano e seis meses para regenerar o que dela é retirado em ano, portanto, atualmente, os seres humanos precisam do equivalente a 1,5 planetas para suprir todas as suas necessidades. Estima-se que se os seres humanos não aprenderem a viver dentro dos meios de um planeta, se as tendências de consumo continuarem como estão, serão necessários dois planetas Terras em 2010 para suprir as demandas de consumo.

De acordo com informações dos sites do IPCC e da BBC Brasil, em 1988 o Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP) e a Organização Meteorológica Mundial (OMM) criaram o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), responsável por avaliar as alterações climáticas dos países membros da ONU e da OMM, em 2014 já somam 195 países membros. O IPCC fornece ao mundo relatórios periódicos sobre o estado das mudanças climáticas e impactos sobre o meio ambiente, sociedade e economia. Os relatórios são produzidos por três grupos de trabalho e publicados em quatro etapas. O relatório *Climate Change 2007* do IPCC foi extremamente importante pois informou que são incontestáveis os alertas e alterações do sistema climático, e considerou muito provável que o aumento nas médias de temperaturas globais se deve às ações humanas desde meados do século XX. O crescimento nas emissões dos gases causadores do efeito estufa (dióxido de carbono – CO<sub>2</sub>, óxido nitroso – N<sub>2</sub>O e metano – CH<sub>4</sub>) foi citado como principal responsável pelo aumento das temperaturas, cujos impactos são a extinção de espécies, problemas cardiorrespiratórios e infecções

Segundo a análise de Carvalho (2014), o quinto relatório do IPCC publicado em 2014, afirma que mudanças drásticas na emissão dos gases do efeito estufa são necessárias para evitar o aumento catastrófico da temperatura do planeta, estimado entre 3,7°C e 4,8°C até 2100 (Figura 3). Carvalho informa que mesmo havendo conhecimento sobre o aumento na emissão dos gases de 1,3% ao ano entre 1970 e 2000, as emissões continuaram aumentando em 2,2% ao ano até 2010, sendo que 80% desses lançamentos provinham da queima de combustíveis fósseis. Os pesquisadores sugerem no relatório melhores ações para diversas áreas, incluindo avanços tecnológicos no setor de construção, maior investimento em transportes de massa, desenvolvimento de combustíveis menos poluentes e veículos movidos a eletricidade no setor de transportes.

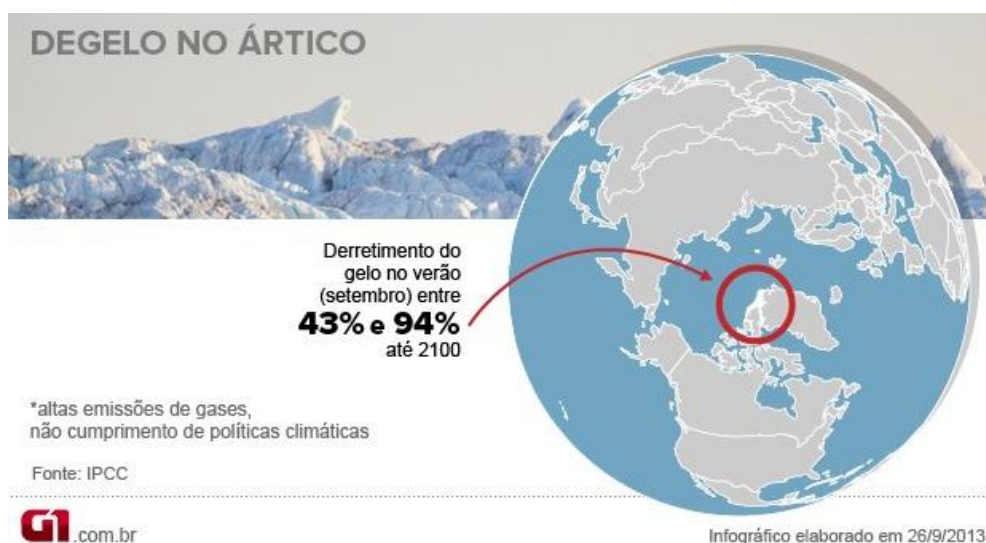
Figura 3 – estimativa do aumento da temperatura do planeta até 2100



Fonte - (<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2014/04/relatorio-da-onu-ve-acoes-contra-mudanca-climatica-como-insuficientes.html>)

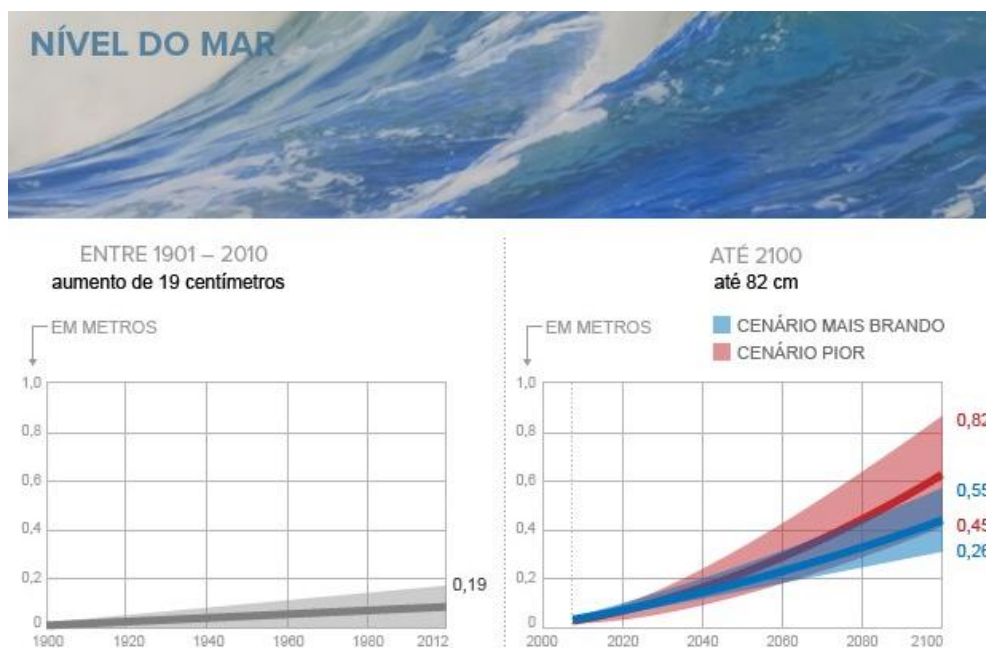
Ainda segundo Carvalho (2014), o quinto relatório do IPCC concluiu que mesmo com cortes nas emissões é provável que o planeta sofrerá fortes consequências com o aumento da temperatura, como degelo e o aumento do nível do mar, inundações, redução da oferta de água potável, risco de insegurança alimentar, perda de espécies de plantas e animais (Figuras 4, 5 e 6).

Figura 4 – estimativa de aumento para o degelo até 2100



Fonte - (<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2014/04/relatorio-da-onu-ve-acoes-contra-mudanca-climatica-como-insuficientes.html>)

Figura 5 – estimativa de aumento do nível do mar até 2100



Fonte - (<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2014/04/relatorio-da-onu-ve-aco-es-contra-mudanca-climatica-como-insuficientes.html>)

Figura 6 – estimativa de impacto do aquecimento global no mundo



Fonte - ([http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2014/03/140331\\_ipcc\\_relatorio\\_dg.shtml](http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2014/03/140331_ipcc_relatorio_dg.shtml))

### 3 PLANEJAMENTO E PROJETO INICIAL E OS TEMAS A SEREM CONSIDERADOS NA CIDADE SUSTENTÁVEL

Para Keeler e Burke (2010, p.219), localização, projeto de urbanismo e implantação qualificados, tecnologias sustentáveis e sustentabilidade social são os principais fatores a serem considerados na criação de cidades sustentáveis. Esses fatores devem ser totalmente integrados.

O presente capítulo objetiva apresentar as principais diretrizes para a criação de uma cidade com foco no desenvolvimento sustentável, de forma generalizada. Primeiramente, apresentando questões mais abrangentes: a escolha do terreno e o planejamento urbano inicial. Em seguida, trata de temas de menor escala, diretamente relacionados à implementação da cidade citando alguns exemplos práticos.

#### 3.1 Planejamento e projeto inicial

Uma cidade sustentável deve ser pensada dentro de um projeto urbanístico contextualizado, pois as decisões de planejamento afetam a vida diária e os hábitos dos usuários. De acordo com Keeler e Burke (2010), os níveis de saúde pública, mental e física, é definida pela forma de viver das pessoas e suas atividades diárias.

##### 3.1.1 A escolha do terreno

Uma comunidade sustentável pode ser implantada em um sítio totalmente vazio, ou pode nascer a partir do reaproveitamento de área anteriormente ocupada. Para a criação de uma nova cidade sustentável, Keeler e Burke (2010) citam pontos importantes a serem considerados na escolha do terreno que será ocupado. As diretrizes a seguir são principalmente orientadas pela natureza do terreno:

- Os terrenos virgens ou *greenfields*, totalmente livres de intervenções, devem ser evitados ao máximo. São áreas limitadas e valiosas que devem ser

preservadas distantes ou ao redor das cidades como cinturões verdes. São geralmente ecologicamente produtivas, como florestas ou áreas agrícolas férteis fundamentais para a produção alimentar e abastecimento das cidades.

- Faz parte do uso sustentável do solo construir em áreas anteriormente urbanizadas ou cercadas por áreas já ocupadas. O reaproveitamento de área degradada para uma nova ocupação é uma oportunidade para restaurá-la. Os sítios urbanizados podem ser várias vezes reutilizados, já os sítios contaminados por usos industriais ou produtos tóxicos, podem ter os contaminantes removidos oferecendo os mesmos benefícios das áreas anteriormente urbanizadas;
- É preciso observar as qualidades ambientais do terreno e os danos a serem causados ao meio ambiente após a implantação da cidade. Avaliar o relevo, a vegetação e a direção dos ventos objetiva minimizar os danos como: o aumento da erosão, a destruição do habitat de vida selvagem, o aumento da poluição da água, etc. Terrenos muito íngremes e planícies aluviais, por exemplo, são áreas importante para a proteção dos rios, córregos, vegetação e vida selvagem, e devem ser evitados;
- Deve ser prioritária a conservação e/ou restauração das áreas de vida selvagem nativa e áreas de pântano na ocupação sustentável, com o objetivo de evitar a extinção das espécies e a perda de habitats naturais. Após a nova ocupação é fundamental garantir manutenção das técnicas aplicadas;
- Devem ser priorizados locais próximos a centros já consolidados, meios de transportes e trânsito de pedestres existentes. Ocupar locais de passagem evita consumir parcelas do solo para a construção de acessos. Ocupar áreas isoladas não é recomendado, pois possibilita que o terreno baldio intermediário seja ocupado e consumido rapidamente e de forma desorientada.

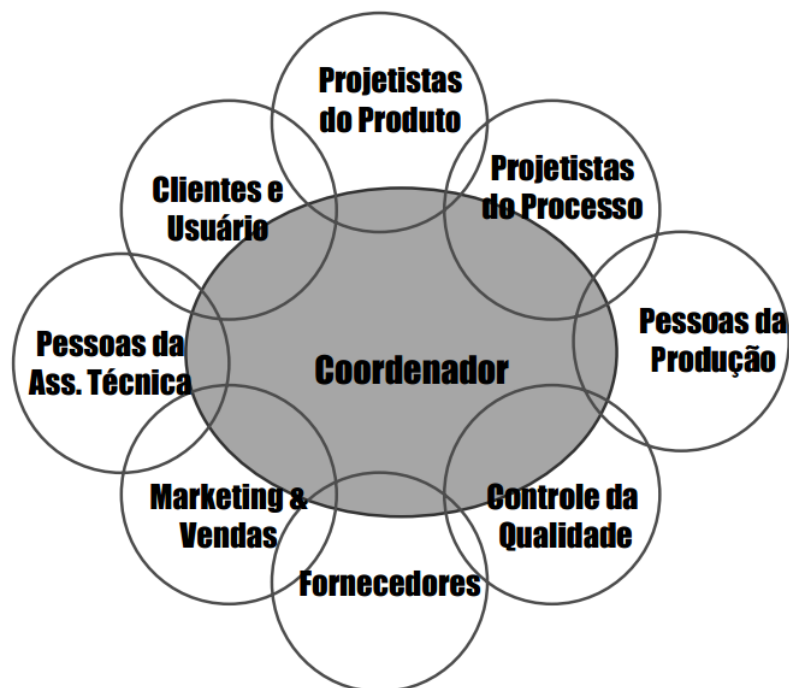
### 3.1.2 Projeto urbano

Segundo Melhado et al (2013), o projeto urbano de uma comunidade sustentável é um trabalho integrado que deve ser coordenado de forma



multidisciplinar, com metodologia estabelecida e acordada entre os agentes envolvidos (Figura 7).

Figura 7 – agentes envolvidos em um projeto multidisciplinar



Fonte - Fabricio (2002, p. 162)

Melhado et al (2013) explicam que o diálogo entre os agentes envolvidos proporciona maiores compromissos no processo de produção dos componentes da cidade. Os exemplos citados são: o estabelecimento de metas para a redução do percentual de emissões de gases e de uso de energia renovável; e, ações de preservação ambiental.

No âmbito do projeto, Keeler e Burke (2010) esclarecem que um tecido urbano de qualidade é fundamental para criar afinidade das pessoas com o meio em que vivem, e que uma das principais orientações para projeto de cidades sustentáveis é a priorização dos pedestres e ciclistas, o fluxo rápido de trânsito e os usos diversificados. Os autores explicam que o poder público faz uso de ferramentas importantes de planejamento para guiar o desenvolvimento urbano da cidade. As ferramentas relacionadas são os planos diretores ou planos de desenvolvimento urbano, os índices urbanísticos ou de uso e ocupação do solo, e as diretrizes de projeto de arquitetura. Todas precisam ser continuamente reformadas para buscar equilíbrio entre as necessidades das pessoas e as variáveis ambientais. As características descritas por Keeler e Burke (2010) seguem abaixo:

- Planos diretores ou planos de desenvolvimento urbano: determinam políticas e diretrizes detalhadas para um ou vários tópicos específicos. Abrangem a orientação do desenvolvimento físico, social e econômico futuros, como uso do solo, transporte, habitação, conservação ambiental e equipamentos e serviços públicos essenciais – de educação, lazer, saúde, abastecimento de água, esgoto, luz, etc;
- Índices urbanísticos ou de uso e ocupação do solo: determinam as regras para os padrões das edificações e para as atividades permitidas em cada lote da cidade. As exigências para ocupação do terreno especificam índices dimensionais como: altura máxima, recuos obrigatórios, permeabilidade do solo, vagas para estacionamento, entre outros. As atividades ou usos ou permitidos podem ser únicos (apenas comercial, industrial, residencial, etc) ou mistos, quando existem dois usos ou mais;
- Diretrizes de projeto de arquitetura: determina a aparência arquitetônica das edificações, informando algumas características desejadas por meio de textos, croquis, fotografias e diagramas. As exigências podem influenciar no estilo arquitetônico, nas cores das fachadas, na sinalização visual, na tipologia de acesso, no tratamento paisagístico, etc. Tem como principal objetivo manter determinadas características locais e obter resultados ambientais almejados. Nem sempre são adotadas pelo poder público municipal, mas tem tanta importância quanto as outras ferramentas.

Keeler e Burke (2010) defendem o modelo de urbanização compactada para as cidades sustentáveis. Trata-se de um modelo com maior densidade e maior coeficiente de aproveitamento nos terrenos, onde mais densidade significa maior número de unidades de moradia ou edificações por área, e maior coeficiente de aproveitamento significa maior área construída dentro de um terreno, que é medido pela relação da área total da edificação e da área de solo. Os autores explicam que baixa densidade resulta em dispersão, distanciamento de locais e pessoas e, portanto, maiores distâncias a serem percorridas. Já altas densidades, resultam em edificações mais próximas, maior concentração de pessoas e ambientes mais compactos, onde as vantagens vão desde as menores distâncias, maior viabilidade na utilização de transportes públicos, até a utilização de menores áreas de solo e redes de infraestrutura, tornando a cidade mais sustentável. Ainda, indicam dar



preferência para os usos mistos, para a instalação de empreendimentos próximo aos usos residenciais e comerciais, possibilitando maior proximidade entre a casa, o trabalho e o lazer. A combinação de usos pode ser na horizontal, quando são distribuídos em várias edificações próximas umas das outras, ou na vertical, quando existem vários usos numa mesma edificação, com supermercado, clínicas, e demais negócios nos pisos inferiores e residências nos pisos superiores. Com a urbanização compacta e os usos mistos os deslocamentos com automóveis e transportes públicos passam a ser mais curtos e raros, a caminhada e a utilização de bicicletas são incentivadas, reduzindo a demanda por transportes.

Dentro do uso residencial, Keeler e Burke (2010) descrevem a importância de promover diferentes tipos de moradias, diversificando os tamanhos e padrões para incentivar a permanência das pessoas nessa comunidade. Um exemplo seria disponibilizar casas e edifícios residenciais para diversas faixas etárias, como estudantes, jovens, famílias e idosos.

### **3.2 Temas a serem considerados na cidade sustentável**

A seguir serão apresentados os principais temas a serem considerados para a implementação da cidade com foco no desenvolvimento sustentável.

#### **3.2.1 Patrimônio**

De acordo com Melhado et al (2013), quando a cidade for implantada em área já ocupada, é fundamental valorizar o patrimônio local e integrá-lo ao novo projeto, preservando as heranças culturais tanto materiais quanto imateriais. Melhado et al (2013) sugerem promover a integração do patrimônio urbano e arquitetônico com as novas construções por meio da preservação e renovação. Como exemplos de patrimônio citam: edifícios históricos, mobiliários urbanos (bancos, estações de ônibus, luminárias), esculturas e paisagens que contenham pontes, jardins e praças.

### 3.2.2 Biodiversidade

Para Melhado et al (2013) as características do ecossistema local devem ser respeitadas visando a reprodução e a manutenção do ciclo natural. Além de conservar fauna e flora em habitats apropriados, a vegetação auxilia na diminuição de temperatura e humidade do ar nos espaços urbanos e dentro das edificações, gera espaços usados para relaxamento e lazer, qualifica o percurso dos pedestres e proteção contra ventos, poluição e raios solares. Os autores citam como ações principais no que se refere a áreas verdes nas cidades: proteção e recuperação de ambientes naturais degradados e posterior manutenção; utilização de plantas que se adaptem facilmente ao clima e vegetação local; criação de áreas públicas arborizadas e planos específicos de arborização municipal; incentivo à utilização de muros, paredes e coberturas vegetalizados nos empreendimentos; inclusão de água como componente essencial na paisagem urbana; e, redução de áreas impermeáveis em espaços públicos e privados.

Quanto a vegetação urbana, Keeler e Burke (2010) explicam que as plantas devem ser apropriadas ao clima em que crescerão e que as espécies mais adequadas são as nativas, que tem maior taxa de sobrevivência e menor necessidade de manutenção, suportam as condições climáticas locais e dão apoio a vida selvagem.

Paredes verdes (*green wall*), comumente chamadas de jardins verticais, coberturas verdes (*green roofs*) e redução de áreas impermeáveis, citados por Melhado et al (2013), podem ser incluídos nas exigências da legislação municipal para construções (Figuras 8, 9, 10 e 11).

Figura 8 – jardim vertical, projeto do botânico Patrick Blanc em Cingapura



Fonte - (<http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/>)

Figura 9 – jardim vertical, projeto dos arquitetos Herzog & de Meuron na Espanha



Fonte - (<http://www.herzogdemeuron.com/>)



Figura 10 – Cobertura verde, projeto dos os arquitetos e designers da CPG Consultants Pte Ltd em Cingapura



Fonte - (<http://www.cpgcorp.com.sg/>)

Figura 11 – Cobertura verde, projeto dos os arquitetos e designers da CPG Consultants Pte Ltd - *Nanyang Technological University* em Cingapura



Fonte - (<http://inhabitat.com/amazing-green-roof-art-school-in-singapore/>)

### 3.2.3 Mobilidade urbana e transporte

De acordo com Melhado et al (2013), um sistema sustentável de mobilidade e transporte urbano utiliza meios de transporte coletivos de baixo impacto ambiental e valoriza os pedestres e os ciclistas. Os autores explicam que o aumento do transporte individual resulta na redução da mobilidade urbana e no aumento das poluições atmosférica e sonora, e que a existência de um transporte público de qualidade contribui significativamente para a melhora das áreas ambiental, social e econômica da sustentabilidade, mas seu sucesso depende de investimento do setor público e mudanças de hábito da sociedade. Sobre a mobilidade urbana, Melhado et al (2013, p. 198) afirmam:

A mobilidade urbana sustentável é o resultado de um conjunto de políticas de planejamento urbano, transporte e circulação humana, que visam proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, por meio da priorização dos modos de transporte coletivo e não motorizado de maneira efetiva. Se a política de transporte tem o objetivo de diminuir o uso de transportes coletivos, que devem ser tanto rápidos como seguros e confortáveis, se comparados ao transporte individual.

Sobre os tipos de transporte, Keeler e Burke (2010) afirmam que, em termos de sustentabilidade, o deslocamento a pé, o ciclismo, o uso compartilhado de automóveis e o transporte público geram menos poluição e emissões de gases com efeito estufa, encorajam a prática de atividade física, melhoram a saúde da população, são mais baratos e democráticos. Os autores frisam a importância de priorizar o trânsito de pedestres em detrimento ao transporte público utilizando estratégias de planejamento urbano que reduzam as demandas de viagens, como o uso misto nas edificações, por exemplo.

Quanto à qualificação do espaço para os pedestres, Keeler e Burke (2010) explicam que é fundamental criar passeios em ambas as laterais das ruas e também espaços públicos exclusivos ou percursos equivalentes, citando como exemplo as passarelas. Esses espaços devem conter vegetação, calçamento e mobiliários adequados, oferecendo conforto e beleza, além de levar aos mais variados destinos: comércios e equipamentos comunitários em geral, edifícios residenciais e demais áreas públicas. Para as travessias de ruas, citam técnicas que podem aumentar a segurança do pedestre como: platôs, canteiros centrais, faixas

elevadas, estreitamento de vias, diminuição do limite de velocidade para veículos, entre outras. Outra preocupação é o acesso a esses espaços, que deve ser seguro e fazer uso de equipamentos de proteção em locais que ofereçam risco, como auto estradas, trilhos de trem e metrô.

Quanto à disponibilização de espaço adequado aos ciclistas, Keeler e Burke (2010) acreditam que uma rede ciclovitária deve ser conectada e oferecer as mesmas condições de segurança, conforto e diversidade de destinos que nos passeios de pedestres. Além das vias, é necessário criar estacionamentos exclusivos para bicicletas distribuídos na cidade, sejam eles públicos (abertos ou protegidos para permanência prolongada) ou privados, dentro de edifícios habitacionais ou comerciais. Essa exigência para áreas de estacionamento dentro das edificações pode ser feita por meio de lei específica do poder público.

Cruz (2014) explica que as vias para bicicletas dividem-se em três tipos distintos:

- **Ciclovias:** são vias separadas fisicamente das vias de automóveis por meio de canteiros, calçadas ou outras barreiras. São exclusivas para ciclistas sendo proibido o trânsito de pedestres, motos e automóveis (Figuras 12 e 13);

Figura 12 – ciclovia em Bogotá



Fonte - <http://ciclomundivias.blogspot.com/2011/05/voce-sabe-quais-sao-as-10-melhores.html>

Figura 13 – ciclovia em Bogotá



Fonte - (<http://www.miprv.com/llueven-peticiones-de-oposicion-al-controversial-proyecto-anti-bici/>)

- **Ciclofaixas:** são vias que integram as vias para automóveis, utilizando a estrutura viária existente sem haver separação física. É uma faixa pintada na via comum, porém de uso exclusivo das bicicletas (Figura 14);



Figura 14 – ciclofaixa em São Paulo



Fonte - (<http://www.bicicleteiros.com.br/tag/ciclofaixa/>)

- Vias compartilhadas: trata-se da malha viária comum a todos os veículos sendo compartilhada com a bicicleta. Deve ocorrer em vias com tráfego moderado, onde é possível priorizar o ciclista no trânsito e nas travessias. Nesse caso o compartilhamento pode ser tanto com automóveis quanto com pedestres (Figura 15).

Figura 15 – via compartilhada em São Paulo



Fonte - (<http://vadebike.org/2011/05/ciclovias-ciclofaixa-ciclo-rota-e-espaco-compartilhado/>)

Melhado et al (2013) citam ainda o sistema de aluguel de bicicletas que existe em várias cidades do mundo e começou a ser implantado em 2012 no Brasil. O sistema surgiu como alternativa de deslocamento saudável e não poluente, utilizado principalmente para pequenos percursos. Nas Figuras 16 e 17 é possível ver os exemplos de aluguel de bicicletas implantados em Nova York e Porto Alegre.

Figura 16 – Citi Bike, sistema de aluguel de bicicletas em Nova York



Fonte - (<http://www.mobilize.org.br/noticias/6300/bicicletas-publicas-de-ny-primeiras-avaliacoes-apos-um-ano-de-funcionamento.html> - créditos para Rusty Blazenhoff)

Figura 17 – BikePoa, sistema de aluguel de bicicletas em Porto Alegre



Fonte - ([http://www2.portoalegre.rs.gov.br/eptc/default.php?p\\_secao=228](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/eptc/default.php?p_secao=228))

Como alternativa para incentivar a diminuição de veículos individual, Keeler e Burke (2010) citam o sistema de compartilhamento de automóveis, que



possibilita a utilização de um veículo alugado por um curto período de tempo, sem que haja responsabilidade sobre impostos e manutenção do mesmo. É necessário, porém, prever áreas de estacionamento de veículos compartilhados em áreas de maior atividade da cidade. De acordo com os autores, “cada veículo compartilhado no Estados Unidos reduz a necessidade de seis a 23 veículos individuais”.

Segundo informações disponíveis no site da Ecycle (2014), o francês Vincent Bolloré lançou no ano de 2011 em Paris o sistema de compartilhamento de carros elétricos, batizado de *Autolib* (Figura 18). O sistema permite que o usuário alugue um carro compacto e elétrico, chamado de *Bluecar*, que fica estacionado em frente a um dos quiosques de vidro espalhados pelas ruas de Paris e de alguns subúrbios. Nos quiosques o locatário registra e paga pelo serviço, depois retira um dos automóveis estacionados. Após usado, o veículo pode ser devolvido a qualquer uma das estações *Autolib* da cidade.

Figura 18 – *Autolib*, sistema de compartilhamento de carros elétricos em Paris



Fonte - (<http://blog.drivy.com/2014/09/19/zipcar-autolib-drivy/>)

Quanto a outras considerações sobre o sistema de transporte, Melhado et al (2013) explicam que é necessário reduzir a dependência do uso de combustíveis fósseis, principal fonte de poluição do ar. “Estima-se que a queima de combustível pelos veículos responda por até 90% das emissões de gases na atmosfera” (MELHADO et al, 2013, p. 202).

Como soluções sustentáveis de transporte coletivo, Stocco (2014) cita o *Trolleybus Optimisation System Alimentation* (TOSA), um sistema de ônibus elétrico criado na Europa que utiliza energia hidroelétrica limpa (Figura 19). Ao chegar aos pontos de embarque e desembarque de passageiros o ônibus recebe uma carga de energia suficiente para a próxima viagem. O TOSA é um projeto que está em fase de teste em Genebra na Suíça.

Figura 19 – Trólebus do projeto TOSA, em teste na cidade de Genebra



Fonte - (<http://www.ambientelegal.com.br/solucoes-sustentaveis-para-o-transporte-publico-no-brasil/>)

Segundo informações disponíveis no site da empresa Urbanização de Curitiba S.A (URBS), a Cidade de Curitiba vem sendo pioneira no uso de combustíveis alternativos, menos poluentes que os combustíveis fósseis. Desde 2009 está em operação o ônibus chamado de B100, movido a biodiesel, combustível de origem 100% vegetal (Figura 20). Em 2012 entrou em operação o ônibus batizado de Híbrido, movido a eletricidade e a biodiesel (Figura 21). Estima-se que frota do ônibus Híbrido reduza em 89% a emissão de material particulado, 80% a emissão de óxido de nitrogênio e 35% a de gás carbônico, além da redução de consumo de até 35% de combustível. De acordo com informações disponíveis no site BRT Brasil, desde 1974 Curitiba utiliza o sistema *Bus Rapid Transit* (BRT), que une a tecnologia dos ônibus B100 e Híbrido com a malha de corredores exclusivos que permeia a cidade. O BRT é rápido, confortável, seguro e eficiente.

Figura 20 – ônibus B100 em Curitiba



Fonte -  
([http://pt.wikipedia.org/wiki/LinhaVerde\\_Curitiba](http://pt.wikipedia.org/wiki/LinhaVerde_Curitiba))

Figura 21 – ônibus Híbrido em Curitiba



Fonte -  
(<http://portaltrabalhoseguro.blogspot.com/2013/06/onibus-hibridos-diesel-eletricos.html>)

#### 3.2.4 Gestão de energia

De acordo com os levantamentos de Melhado et al (2013), entidades privadas e governamentais de todo o mundo tem atentado cada vez mais para a



relevância dos programas de eficiência energética de cidades e edificações e para o desenvolvimento de novas tecnologias, considerando escalas diferenciadas: países, governos, regiões, cidades, bairros, edificação e mobiliários urbanos. Sobre o tema, Melhado et al (2013, p. 203) afirmam:

A gestão energética é um dos maiores desafios das grandes cidades. Otimizar o fornecimento e a utilização de energia, reduzindo o consumo e o desperdício, assim como minimizar a emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, são metas fundamentais para desenvolvimento ambientalmente responsável dos espaços urbanos.

Conforme explicam Melhado et al (2013), é importante priorizar a eficiência energética tanto na escala do bairro quanto nas edificações, privilegiando a utilização de energias renováveis. É preciso controlar o consumo de energia e determinar metas de redução, realizando ações de sensibilização e orientação da população, e utilizar materiais menos poluentes nas edificações e no espaço público. Como exemplo de renováveis citam as energias eólica, solar, biomassa, geotérmica, etc.

Considerando que a infraestrutura de uma cidade, a iluminação pública e os sistemas de água e tratamento de esgoto consomem uma parcela significativa de energia, Keeler e Burke (2010) citam como exemplo de infraestrutura eficiente em energia o uso da tecnologia LED em semáforos e outros pontos de luz, combinada com a instalação de pequenos painéis fotovoltaicos (Figura 22).

Figura 22 – *Sustainable city light*, sistema de iluminação inteligente que coleta energia solar por meio de pétalas fotovoltaicas que se fecham ao anoitecer para reproduzir iluminação por meio de LED



Fonte - (<https://chandelierlux.wordpress.com/2010/02/>)

### 3.2.5 *Gestão de água*

Para Keeler e Burke (2010), a má administração da qualidade e do volume de água utilizado e a extensa pavimentação das superfícies nas cidades resultaram em prejuízos nas funções hidrológicas naturais, que são vitais para o desenvolvimento do planeta. Os autores afirmam que é impossível recuperar o sistema natural da água por completo após alterado, mas é possível evitar maiores danos mudando a maneira de utilizá-la.

Melhado et al (2013), frisam a importância das ações de cunho político, técnico e social na busca de soluções práticas visando à redução do consumo da água, e descrevem as mais importantes:

- Economia e valorização da água potável;
- Conscientização da população objetivando o uso racional da água;
- Manutenção das redes públicas e privadas para verificação de desperdícios e vazamentos;
- Minimização da impermeabilização do solo urbano e da vazão de escoamento do terreno objetivando favorecer a permeabilidade da água;
- Captação e armazenamento em reservatórios específicos das águas pluviais e demais águas não potáveis para usos que não necessitam de potabilidade, como irrigação, reserva de incêndio, lavagem de piso, veículos em geral e ruas. Se necessário para algum uso específico, a água deverá passar por unidades de tratamento para atingir os níveis de qualidade correspondente. Quanto mais eficiente for a gestão das águas pluviais, por retenção ou reuso, menor será o volume de água destinado às redes públicas.

### 3.2.6 *Gestão de resíduos*

Segundo Keeler e Burke (2010) a geração de lixo e as formas de descarte afetam os recursos naturais com impactos significativos. É preciso administrar os

lixos e gerir os recursos produtivos de maneira igualmente inteligente, pois o lixo tem capacidade para realizar a transmigração química, ou seja, de passar suas substâncias químicas de um meio para o outro, extrapolando suas fronteiras geográficas.

Para Melhado et al (2013), a gestão dos resíduos deve integrar a atuação dos órgãos públicos municipais, dos geradores de resíduos (população em geral) e dos transportadores. As diretrizes citadas para o gerenciamento dos resíduos são:

- Reduzir a quantidade de resíduo gerada e realizar a coleta seletiva priorizando, primeiramente, a redução, depois a reutilização e então a eliminação. A ação principal é a triagem, ou seja, a separação dos tipos de lixo para facilitar a coleta seletiva e dar a destinação correta para cada resíduo. Melhado et al (2013, p. 212) afirmam:

A coleta seletiva é uma alternativa que desvia resíduos sólidos que podem ser reciclados, do destino a aterros sanitários e lixões. A coleta seletiva, apesar de necessária, é bem mais do que colocar coletores coloridos no local e deve ser encarada como uma corrente de três elos (destinação, logística e educação). (...) As estratégias para a implementação de ações e programas de educação socioambiental podem ser agrupadas em quatro conjuntos: estratégias gerais, estratégias do setor empresarial, estratégias do poder público e estratégias direcionadas aos catadores.

- Prover coletores nos espaços públicos. Os coletores incentivam a separação do lixo e facilitam a coleta dos transportadores (Figuras 23 e 24);
- Gerenciar o resíduo dos canteiros de obras é essencial para minimizar o desperdício de material, garantir a correta destinação daquilo do que foi perdido e realizar doação, reaproveitamento ou reuso do que não foi perdido. A fase de projeto deve ser enfatizada, pois é nesse momento que muitas decisões podem ser tomadas para favorecer a redução da geração de resíduos, como. Um exemplo seria especificar o uso de modulação e produtos industrializados. "Os ganhos obtidos em projetos, em termos da potencial redução da geração de resíduos, não poderão ser compensados por ações posteriores adotadas durante a execução das obras" (MELHADO et al, 2013, p. 214). Também é recomendada a elaboração de um plano específico para gerenciamento de resíduos;

- Incentivar a compostagem em local adequado a partir dos resíduos orgânicos coletados;
- Reduzir os danos associados à coleta dos resíduos, entre eles a poluição sonora e do ar. É indicada a coleta a vácuo em locais públicos, que transporta o lixo por vias subterrâneas até o local de triagem;
- Prever locais adequados à gestão dos resíduos, tanto nos empreendimentos privados quanto nos espaços públicos;
- Revalorizar os resíduos utilizando-os para outros fins. Um exemplo seria a geração de energia a partir da queima.

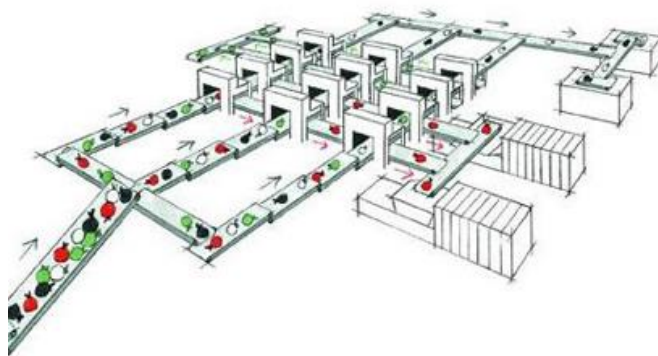
Figura 23 – Envac, sistema de coleta de resíduos a vácuo em funcionamento em várias cidades europeias



Fonte -

(<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2011/abril/barcelona-utiliza-sistema-de-coleta-de-residuos-a?tag=cidades-sustentaveis>)

Figura 24 – esquema do Envac, sistema de triagem ótica subterrânea em cidades europeias



Fonte –

(<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2011/abril/barcelona-utiliza-sistema-de-coleta-de-residuos-a?tag=cidades-sustentaveis>)

### 3.2.7 Materiais sustentáveis

Para Melhado et al (2013) é fundamental buscar minimizar os impactos no meio ambiente por meio da escolha de materiais sustentáveis nas produções em

geral. Observa-se principalmente a forma de produção do material, escolhendo o que gerou menor impacto no meio ambiente. Também são importantes os seguintes fatores: qualidade e desempenho técnico do material; viabilidade da sua utilização analisando a facilidade de conservação após o uso; critérios econômicos; critérios sociais; local de fabricação, privilegiando materiais produzidos em áreas próximas, que tenham percorrido menores distâncias e gasto o mínimo de energia para isso; e, impacto do material em caso de descarte dando preferência para os renováveis e recicláveis. Na Figura 25 é possível ver um exemplo de reuso de materiais.

Figura 25 – balanço de parque infantil construído com madeira feita a partir da reciclagem de tubos de pasta de dente – projeto do brasileiro Felipe Machado



Fonte - (<http://redeglobo.globo.com/rs/rbstvrs/patrola/noticia/2013/09/estudante-cria-tabuas-sustentaveis-com-tubos-de-pastas-de-dentes.html>)

### 3.2.8 Qualidade de vida, união da sociedade e diversidade econômica



Segundo Melhado et al (2013), é muito importante proporcionar o desenvolvimento da comunidade com relações sociais baseadas em igualdade, atendendo a todas as gerações. Além disso, favorecer a diversidade econômica e a união da população alavancam o crescimento econômico e social da cidade. Para isso, os autores indicam algumas ações básicas:

- Criar conforto para o usuário dos espaços urbanos públicos e privados, promovendo qualidade arquitetônica, paisagística, acústica, visual, proteção contra intempéries e segurança;
- Gerar locais onde as pessoas queiram estar e sintam-se a vontade para permanecer e desenvolver relações sociais;
- Criar espaços comunitários para usos múltiplos, equipamentos culturais e esportivos que funcionem durante o dia e a noite;
- Delimitar os espaços de pedestres e ciclistas visando segurança e garantir acessibilidade física em todos os espaços públicos;
- Proporcionar manutenção e limpeza da cidade;
- Proporcionar usos mistos, diversificação de comércio e promover empregos;
- Disponibilizar internet para a população.

### 3.2.9 Edifícios Sustentáveis

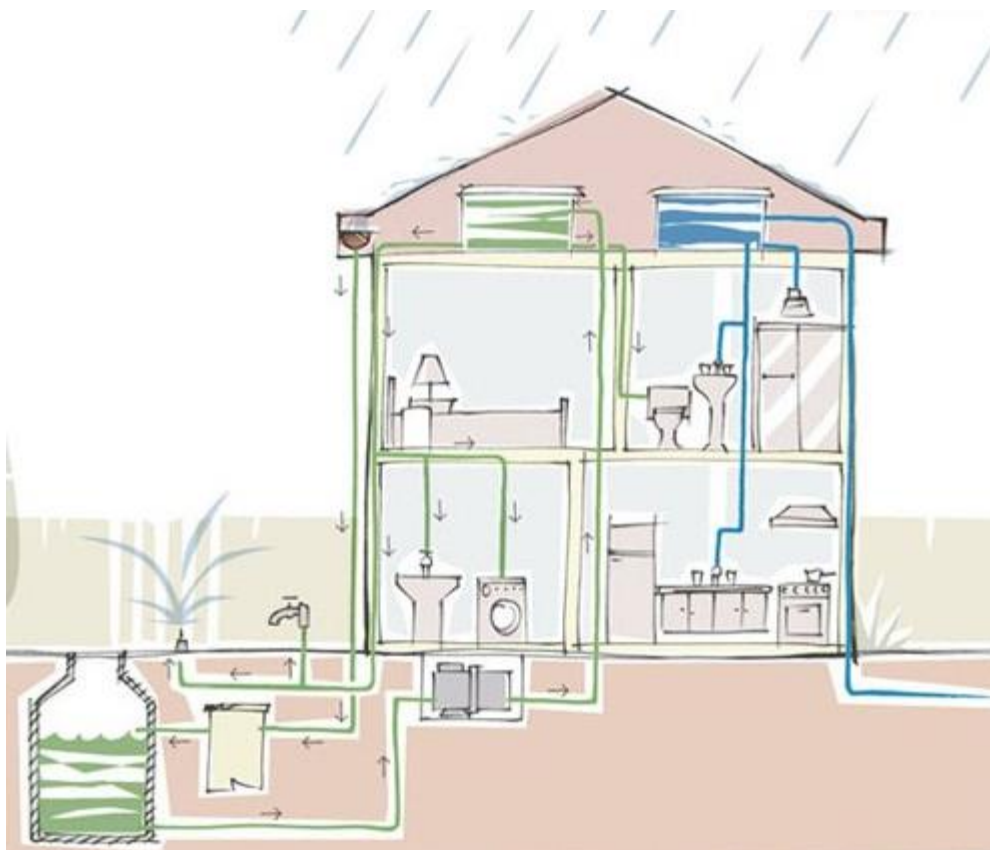
Sobre edifícios sustentáveis, Melhado et al (2013, p. 225) afirmam:

Um edifício sustentável é aquele que resulta de um empreendimento em que se quantificam os impactos que o edifício causa ao meio ambiente e à saúde humana, empregando todas as tecnologias disponíveis para mitigá-los. Portanto, é um edifício que consome menos energia, água e outros recursos naturais que um edifício comum. O edifício sustentável considera o ciclo de vida dos materiais utilizados e o da edificação desde o seu projeto, passando pela construção, operação e manutenção, até a fase de desconstrução. Seu objetivo é integrar harmoniosamente, em um projeto global, estética, conforto, desempenho e qualidade de vida, com o mínimo de impacto no entorno.

Considerando a complexidade do tema e a sua abrangência, Melhado et al (2013) sugerem diretrizes gerais que buscam alcançar a sustentabilidade nas edificações:

- Integrar o empreendimento com o seu entorno fazendo gestão do território com análise prévia do local do empreendimento e impactos no meio ambiente, na estrutura urbana e na vizinhança;
- Minimizar os impactos por meio da escolha de materiais cuja produção seja menos danosa ao meio ambiente e à saúde e que ofereçam solidez, segurança e durabilidade. Para isso deve-se observar na construção: qualidade e desempenho técnico em uso; facilidade de conservação; impacto ambiental e sanitário; qualidade estética da arquitetura; critérios econômicos e critérios sociais.
- Energia e emissões: unir arquitetura e engenharia em prol de um projeto que proporcione eficiência energética. O objetivo deve ser reduzir o consumo de energia de fontes não renováveis, minimizar a emissão de poluentes e utilizar fontes renováveis de energia (eólica, solar, cogeração);
- Gerir a água: reduzir o uso da água potável (utilizar torneiras com fechamento automático, registros reguladores de vazão, etc); reduzir a permeabilidade do solo; reutilizar as águas pluviais e águas cinzas (de chuveiros, lavatórios, máquinas e tanques de lavar roupas) para usos que não necessitem de água potável; fazendo uso de tecnologias de armazenamento e reciclagem da água (Figura 26);

Figura 26 – esquema de aproveitamento de água de chuva em uma residência, onde as linhas azuis representam a água potável recebida da concessionária local, e as linhas verdes representam a água sendo filtrada, armazenada e distribuída para uso doméstico onde não é necessário ter água potável



Fonte - (<http://revistacasaconstrucao.uol.com.br/escc/Edicoes/55/artigo163240-1.asp>)

- Integrar o empreendimento com o seu entorno fazendo gestão do território;
- Gerir os resíduos: realizar reuso e reciclagem a partir da separação do lixo e da coleta seletiva com destinação correta, conforme citado em item específico (3.2.6);
- Realizar manutenção, atividade que visa conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de todo o seu sistema funcional, para garantir o seu desempenho adequado e longevidade. A manutenção deve ser preventiva e corretiva;
- Oferecer condições de conforto ambiental (térmico, acústico, visual e olfativo) compatíveis com as necessidades do ser humano dentro e nas imediações da edificação. O conforto é obtido através de técnicas de projeto que associem as características climáticas locais e as características térmicas dos materiais. As escolhas construtivas devem observar: implantação da edificação; orientação solar; dimensões; aberturas favoráveis; equipamentos de proteção solar, aproveitamento dos ventos e da iluminação natural; estudo

de insolação e radiação; e, sistemas de ventilação, iluminação, resfriamento ou aquecimento de água.

De acordo com Keeler e Burke (2010), a orientação solar de uma edificação pode ser aproveitada de duas formas: ativa e passiva. Na ativa a radiação solar é aproveitada para a criação de energia fotovoltaica, que é a transformação da radiação solar em energia elétrica (Figura 27). Na forma passiva, pode ser aproveitada para iluminação natural e calefação solar direta, por meio das paredes e suas aberturas (Figura 28). Em ambos os casos, o projetista deve garantir que os coletores solares recebam luz solar direta de modo suficiente e regular. Para tanto, deve ser feito um estudo aprofundado da incidência solar no terreno.

Figura 27 – painel de captação solar, exemplo do aproveitamento da luz solar de forma ativa



Fonte - (<http://www.ecocasa.com.br/energia-fotovoltaica.asp>)

Figura 28 – edificação com aproveitamento de luz solar de forma passiva



Fonte - ([http://www.bimbon.com.br/arquitetura/Maiscomo\\_aproveitar\\_a\\_luz\\_natural\\_-\\_dicas\\_materiais\\_e\\_sugestoes](http://www.bimbon.com.br/arquitetura/Maiscomo_aproveitar_a_luz_natural_-_dicas_materiais_e_sugestoes))

## 4 SELEÇÃO DE CASOS

Considerando o tema abordado no capítulo anterior, este capítulo tem como objetivo apresentar dois projetos de cidades sustentáveis que estão em fase de construção no continente asiático. Ambas utilizam terrenos não ocupados anteriormente. Embora cada um dos projetos aplique as diretrizes básicas para a criação de uma cidade sustentável de forma diferenciada, ambos buscam o mesmo objetivo: contribuir para o desenvolvimento sustentável a nível mundial. As tecnologias utilizadas são avançadas e inovadoras.

## 4.1 Masdar City

De acordo com Caine (2014), Masdar é uma cidade que está sendo construída a 17 km da cidade de Abu Dhabi, nos Emirados Árabes, com o objetivo de ser a maior cidade sustentável do planeta (Figura 29). Os projetos urbano e da grande maioria dos edifícios que a compõe, são do escritório Foster+Partners, e estão sendo executados pela companhia de energia renovável Masdar, com investimento de 15 bilhões de dólares. A cidade foi projetada para abrigar 40 mil habitantes e 50 mil pessoas em trânsito pendular diário. A conclusão da obra está prevista para 2030.

Figura 29 – simulação da vista aérea de Masdar City



Fonte - (<http://www.pensamentoverde.com.br/cidades-sustentaveis/masdar-city-cidade-inteligente-busca-emissao-zero-gas-carbonico/>)

Segundo Caine (2014), o clima na cidade não é hospitaleiro, mas as tecnologias construtivas utilizadas são diversas e inovadoras. A altura das edificações já construídas não ultrapassa os cinco pavimentos. Há edifícios revestidos com telas metálicas, outros com painéis de terracota que criam varandas privadas (Figura 31), e alguns com painéis que refletem a luz solar ao mesmo tempo que reduzem a temperatura externa das paredes (Figura 30). De acordo com Araújo (2013) a climatização da cidade irá aproveitar a brisa do mar do Golfo Pérsico. Para isso, foi necessário que as ruas fossem desenhadas como canais para a passagem dos ventos, e os edifícios projetados com curvaturas nas superfícies e nas laterais



para facilitar a passagem dos ventos. Esse resfriamento irá gerar uma economia de 55% na refrigeração. Segundo Caine (2014), o design das fachadas e o estreitamento da circulação, traz o benefício da proteção solar passiva para a superfície das ruas, que terão somente de 30 a 45 minutos de incidência solar direta por dia. Esse conjunto de fatores fazer com que as temperaturas em Masdar City sejam de 10 a 15 graus mais baixas que nas demais cidades de Abu Dhabi.

Figura 30 – edifícios de Masdar City



Fonte - (<http://www.pensamentoverde.com.br/cidades-sustentaveis/masdar-city-cidade-inteligente-busca-emissao-zero-gas-carbonico/>)

Figura 31 – detalhe das fachadas e das varandas privativas dos edifícios de Masdar City



Fonte - (<http://www.pensamentoverde.com.br/cidades-sustentaveis/masdar-city-cidade-inteligente-busca-emissao-zero-gas-carbonico/>)

De acordo com Araújo (2013), a Masdar City foi projetada para utilizar energia renovável do tipo fotovoltaica, que provém dos painéis solares instalados no topo dos edifícios e também de um complexo com 87 mil painéis solares, chamado de fazenda solar (Figura 32). Segundo Caine (2014), a cidade irá produzir mais energia do que o necessário para o seu funcionamento diário. Araújo (2013) explica que a energia produzida realiza o aquecimento da água utilizada na cidade e da água utilizada para dessalinizar o mar, transformando-a em água própria para consumo. Para a melhor gestão da água, a cidade terá contadores que identificam vazamentos no sistema e tratamento de águas residuais. O projeto também inclui gestão de resíduos por meio de separação do lixo nos edifícios e posterior encaminhamento aos centros de reciclagem.

Figura 32 – fazenda solar em Masdar City

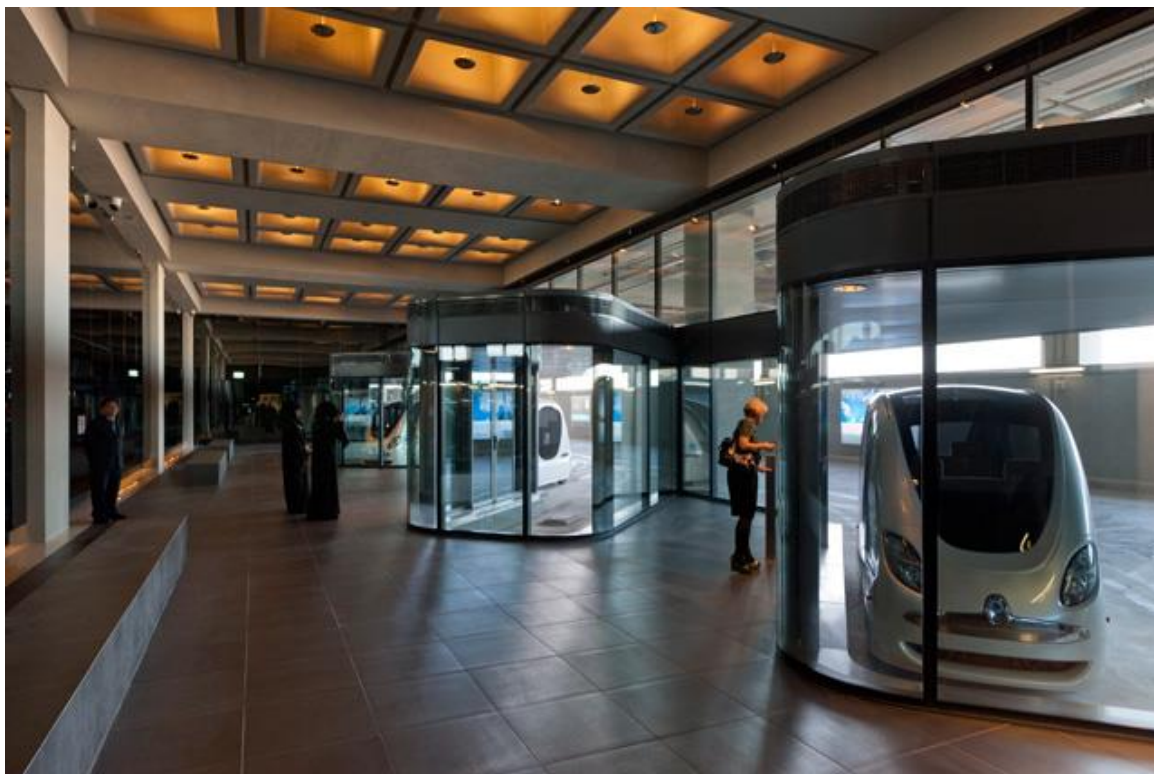


Fonte - (<http://www.pensamentoverde.com.br/cidades-sustentaveis/masdar-city-cidade-inteligente-busca-emissao-zero-gas-carbonico/>)

De acordo com Araújo (2013), o meio de transporte interno será feito por carros compactos movidos a eletricidade chamados de *Personal Transit Rapid* (PRT), que circulam sobre trilhos subterrâneos e tem capacidade para até três passageiros cada um (Figura 33). Como segunda opção, veículos individuais elétricos da *Mitsubishi Electric* (SVE) estão em fase de teste.

Figura 33 – simulação da estação de PRT





Fonte - (<http://www.pensamentoverde.com.br/cidades-sustentaveis/masdar-city-cidade-inteligente-busca-emissao-zero-gas-carbonico/>)

Embora sejam muitos os pontos positivos, há opiniões que questionam a sustentabilidade da cidade. De acordo com Caine (2014), o governo de Abu Dhabi investiu 22 bilhões de dólares em projetos de energia solar e no sistema de transporte PRT, comandados pela empresa *Mubadala Development Company*. Segundo Araújo (2013), o Ministério de Energia e Mudanças Climáticas de Abu Dhabi, entende que a cidade não pode ser considerada sustentável porque é subsidiada pela receita advinda da extração do petróleo, a maior fonte de renda do país, que causa danos ao meio ambiente e é de fonte não renovável. O Ministério ressalta ainda que, para ser sustentável, a cidade deveria ser construída com a ajuda da comunidade, proporcionando a conscientização da responsabilidade ambiental na população, e também, com maior preocupação com a qualidade de vida dos habitantes e não somente preocupação com o desempenho de tecnologias e eficiência energética.

## 4.2 Songdo

De acordo com Araújo (2013), Songdo é uma cidade que está sendo construída a 65 km da cidade de Seul, na Coreia do Sul, que promete ultrapassar os conceitos da sustentabilidade por favorecer a mobilidade e contar com um sistema de gerenciamento por meio de rede sem fio (Figura 34). A cidade está sendo desenvolvida pelas empresas *Gale International* e *Cisco*, com investimento de 80 bilhões de dólares. A cidade foi projetada para abrigar 40 mil habitantes e a conclusão da obra está prevista para 2015, embora 40% dela já esteja operante.

Segundo Akira (2012), Songdo fará uso de uma rede de internet que processará ininterruptamente informações a respeito de todo o funcionamento da cidade: prédios, energia, trânsito, temperatura, etc. Sensores de captação de dados serão espalhados por toda a cidade. A tecnologia servirá como reguladora das atividades que ali acontecem.

Figura 34 – simulação da vista aérea de Songdo



Fonte - (<http://www.pensamentoverde.com.br/cidades-sustentaveis/songdo-cidade-inteligente-totalmente-controlada-via-internet/>)

Segundo Araújo (2013), o planejamento urbano girou em torno da redução de emissão de gás carbônico e da economia de energia. Para isso, priorizou a geração de energia elétrica renovável do tipo fotovoltaica, produzida por meio dos painéis solares instalados nos telhados dos edifícios. Seguindo essa premissa, a cidade utilizará meios de transporte que não emitam gás carbônico, usando como alternativas os taxis aquáticos (Figura 35), carros elétricos, metrô e



bondes elétricos. Além disso, a mobilidade nas pistas contará com um sistema que detecta a velocidade dos veículos e calcula o tempo de abertura dos semáforos. O objetivo é evitar o acúmulo de veículos nas ruas e os consequentes congestionamentos. As pistas também serão monitoradas e a iluminação pública terá intensidade controlada por meio de sensores de presença (Figura 36). Essa tecnologia proporciona segurança e economia de energia.

Figura 35 – simulação do taxi aquático



Fonte - (<http://www.pensamentoverde.com.br/cidades-sustentaveis/songdo-cidade-inteligente-totalmente-controlada-via-internet/>)

Figura 36 – região já construída de Songdo



Fonte - (<http://www.pensamentoverde.com.br/cidades-sustentaveis/songdo-cidade-inteligente-totalmente-controlada-via-internet/>)

Segundo Araújo (2013), tanto os edifícios quanto os espaços públicos farão reuso de águas cinzas e aproveitamento das águas pluviais. A coleta das águas nos edifícios será feita através de telhados verdes, que também possibilitam a fotossíntese (Figura 37). Para agilizar a coleta de resíduos e evitar trânsito na superfície, o lixo produzido será separado nos edifícios e coletado por sistema a vácuo e transportado por tubulações subterrâneas. Sobre a contrapartida para a população, Araújo (2013) afirma:

As lixeiras possuem um sistema de rede sem fio que detectam as informações dos cidadãos que compraram as latas de refrigerante ou garrafas de bebidas que já saem do supermercado com etiquetas eletrônicas. Na hora da compra é realizado um cadastro e os dados pessoais ficam registrados no produto. Dessa forma, se estas garrafas, quando estiverem vazias, forem descartadas nas lixeiras, o sistema é capaz de detectar a quem o resíduo pertenceu e pode gerar desconto nos impostos. O objetivo é incentivar o descarte correto e ainda bonificar os consumidores pela atitude.

Figura 37 – simulação de áreas públicas e dos edifícios com telhados verdes e painéis fotovoltaicos



Fonte - (<http://www.pensamentoverde.com.br/cidades-sustentaveis/songdo-cidade-inteligente-totalmente-controlada-via-internet/>)

Para Araújo (2013), ainda é preciso conscientizar a população coreana sobre os benefícios da preservação dos recursos naturais e criar responsabilidade social, de modo que seja algo intrínseco, sem depender unicamente da tecnologia para isso.

## CONCLUSÃO

Com o trabalho apresentado é possível elucidar os profissionais que trabalham com a cidade, estudantes e a população em geral sobre o que é e como deve funcionar uma cidade sustentável, de forma generalista.

O conteúdo possibilita compreender que a cidade nasceu por uma necessidade evolutiva da sociedade e passou por diversas transformações até chegar a forma que conhecemos hoje.

Pelos dados apresentados, é possível entender que devido às agressões do homem ao meio ambiente ao longo da sua existência, os recursos naturais fundamentais para a sobrevivência do planeta e para a manutenção da vida humana, estão ficando escassos. Com base nessa constatação, nasceram os termos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, conceitos estratégicos disseminados no mundo que explicam que é fundamental atender às necessidades da população atual mantendo reservas naturais para atender às necessidades das gerações futuras. Verifica-se, portanto, a importância do ser humano mudar alguns hábitos comportamentais, alguns padrões estabelecidos, e também o funcionamento das cidades e a forma de nela viver.

Pode-se dizer que vivemos hoje uma revolução sustentável, pois entidades privadas e governamentais de todos os países estão mais conscientes das limitações dos recursos naturais, dos danos já causados por ações humanas ao sistema climático global, e da urgência de mudanças nas políticas públicas. Também, a população em geral demanda agilidade e começa a contribuir em escalas menores para o aumento da sustentabilidade.

No que se refere à cidade, a busca é por um modelo que traga maiores benefícios aos usuários, mais qualidade de vida, e contribua de forma eficiente para a preservação da natureza. É possível compreender ao longo do trabalho que a cidade não se torna sustentável apenas por conter edifícios auto suficientes, mas sim por ser fruto de um projeto urbanístico que integre os diferentes elementos do desenvolvimento sustentável que a constituem.

Com base no estudo feito, é possível compreender que a cidade sustentável, ao menos: é compacta e densa; tem mobilidade; mistura as funções urbanas através do uso misto; é eficiente energeticamente, faz gestão da água e do lixo e emite pouco material particulado. Nela as dimensões econômica, social e ambiental estão integradas, há qualidade de vida e não há desperdícios. Ela deve ser construída em conjunto com a sociedade, proporcionando a compreensão da necessidade de preservação e conscientização da responsabilidade ambiental na população. Os impactos ambientais amplamente positivos são obtidos principalmente por meio das novas tecnologias existentes. Entretanto, a equipe multidisciplinar que elabora o projeto urbano deve também ir em busca de inovações.

Na criação da cidade, características locais como o relevo, a vegetação, a direção dos ventos e a incidência solar, são importantes ferramentas para gerar ambientes confortáveis internos e externos às edificações. É fundamental fazer uso dessas técnicas arquitetônicas e de técnicas urbanísticas para criar cidades agradáveis, onde as pessoas gostem de morar e queiram permanecer por mais tempo.

É possível entender também, que a sustentabilidade dos materiais nasce na escolha da matéria prima, passa pela produção, pela viabilidade e pelo seu desempenho até o seu descarte, seja ele utilizado isoladamente ou em conjunto com outros materiais formando objetos de qualquer grandeza como, por exemplo, uma residência. A escolha deve ser consciente em cada uma dessas etapas.

É importante esclarecer que o desenvolvimento urbano sustentável não somente ocorre em cidades que se iniciam do zero, mas também em cidades já desenvolvidas. Portanto, é possível isolar as diretrizes e as inovações tecnológicas citadas no trabalho, para aplica-las em cidades e bairros já consolidados.

Por fim, analisando as cidades de Masdar e Songdo, é possível perceber a complexidade de reunir os diversos elementos citados no trabalho em um projeto. Embora os exemplos sejam animadores, ainda são imensos laboratórios. A cidade sustentável perfeita está longe de existir, mas os avanços nas áreas relacionadas a sua criação são agora visíveis. Não existe uma fórmula exata para a criação de uma cidade sustentável, mas é possível perceber que grandes mudanças na vida do homem e no planeta estão por vir.

## REFERÊNCIAS

AKIRA, Clovis. **Conheça Songdo, a cidade mais inteligente e sustentável do planeta.** 2012. Disponível em: <<http://www.coletivoverde.com.br/songdo-cidade-inteligente/>>. Acesso em: 26 nov. 2014.

ARAÚJO, Ingrid. **Masdar City: Uma cidade inteligente em busca da emissão zero de gás carbônico.** 2013. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/cidades-sustentaveis/masdar-city-cidade-inteligente-busca-emissao-zero-gas-carbonico/>>. Acesso em: 25 nov. 2014.

ARAÚJO, Ingrid. **Songdo: Uma cidade inteligente em busca da emissão zero de gás carbônico.** 2013. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/cidades-sustentaveis/songdo-cidade-inteligente-totalmente-controlada-via-internet/>>. Acesso em: 26 nov. 2014.

BELLEN, Hans Michael van. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa.** 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

BENEVOLO, Leonardo. **História da Cidade.** 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 2011.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: O que é – O que não é.** Petrópolis: Vozes, 2012.

**O que é BRT.** 2014. Disponível em: <<http://www.brtbrasil.org.br/index.php/brt/oquebrt#.VInHEivF-AU>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

CAINE, Tyler. **The Ground Up Sustainable City.** 2014. Disponível em: <<http://intercongreen.com/2014/06/09/the-ground-up-sustainable-city/>>. Acesso em: 25 nov. 2014.

CARVALHO, E. 2014. **Relatório da ONU vê ações contra mudança climática como insuficiente.** São Paulo. Disponível em: <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2014/04/relatorio-da-onu-ve-acoes-contra-mudanca-climatica-como-insuficientes.html>>. Acesso em: 01 ago. 2014.

CHIARAVALLLOTI, Rafael Moraes; PÁDUA, Cláudio Valadares. **Escolhas sustentáveis.** São Paulo: Urbana, 2011.

CRUZ, Willian. 2014. **Ciclovía, ciclofaixa, ciclorrota e espaço compartilhado.** Disponível em: <<http://vadebike.org/2011/05/ciclovía-ciclofaixa-ciclo-rota-e-espaço-compartilhado/>>. Acesso em: 19 nov. 2014.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade.** São Paulo: Atlas. 2006.

**Sistema de compartilhamento de carros elétricos é sucesso na França.** 2014. Disponível em: <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/38/1133-sistema->



de-compartilhamento-de-carros-eletricos-e-sucesso-na-franca.html. Acesso em: 20 nov. 2014. 09:00.

**Entenda o que é o IPCC e suas conclusões.** Brasília, 2007. Disponível em: <[http://www.bbc.co.uk/portuguese/reporterbbc/story/2007/11/071107\\_ipcc\\_qa\\_pu.shtml](http://www.bbc.co.uk/portuguese/reporterbbc/story/2007/11/071107_ipcc_qa_pu.shtml)>. Acesso em: 01 ago. 2014. 15:30.

FABRICIO, Márcio Minto. **O projeto simultâneo na construção de edifícios.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.

**GLOBAL FOOTPRINT NETWORK.** Disponível em: <<http://www.footprintnetwork.org/>>. Acesso em: 01 ago. 2014. 15:30

HUBERMAN, Leo. **História da Riqueza do Homem.** 21. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1986.

**INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/>>. Acesso em: 23 jul. 2014. 09:00

**IPCC Organization.** Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>>. Acesso em: 01 ago. 2014. 15:30

KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentals of Integrated Design for Sustainable Building.** United States of America: John Wiley & Sons, 2010.

LEITE, Carlos. **Cidades sustentáveis, Cidades inteligentes.** Porto Alegre: Bookman, 2012.

MELHADO, Ana Rocha et al. **Projetar e Construir Bairros Sustentáveis.** São Paulo: Pini, 2013.

MENEGAT, Rualdo; ALMEIDA, Gerson. **Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades: Estratégia a partir de Porto Alegre.** Porto Alegre: UFRGS, 2004.

STOCCO, Leonardo. **Soluções sustentáveis para o transporte público no Brasil.** 2014. Disponível em: <<http://www.ambientelegal.com.br/solucoes-sustentaveis-para-o-transporte-publico-no-brasil/>>. Acesso em: 19 nov. 2014. 09:00

URBS. **Sustentabilidade: Transporte.** 2014. Disponível em: <<http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/sustentabilidade>>. Acesso em: 20 nov. 2014. 10:00